

PERANCANGAN PEMBUATAN *PROGRAMABLE SWITCHING POWER SUPPLY* UNTUK MENGATUR KECEPATAN MOTOR DC

Budi Gunawan¹

ABSTRACT

In a control on the industry needed a certain performance specifications in accordance with needs. To defend against the interference or noise from outside, so desperately needed a control system which continually been able to maintain its performance remains as desired. System performance including stability, overshoot, risetime, and settling time depending on the location of the pole-pole system. Therefore the adaptive control system is basically happening coercion continuous pole-pole (each no changes) to stay at a location that has the performance. Please note that in the field of regulatory system there is a controller that functions as a controller of a plant for plant performance can be maintained.

Keywords: overshoot, risetime, pole, continuous, controller

ABSTRAK

Dalam suatu pengendalian pada industri diperlukan spesifikasi performansi tertentu sesuai dengan kebutuhan. Untuk mempertahankannya terhadap gangguan atau noise dari luar, maka sangat dibutuhkan suatu sistem pengendalian yang secara kontinyu mampu mempertahankan performansinya tetap seperti yang diinginkan. Performansi sistem yang meliputi kestabilan, overshoot, risetime, dan settling time tergantung pada letak pole-pole sistem. Oleh karena itu pada sistem pengaturan adaptif ini pada dasarnya terjadi pemaksaan pole-pole secara kontinyu (setiap ada perubahan) agar tetap pada lokasi yang mempunyai performansi. Perlu diketahui bahwa dalam bidang sistem pengaturan terdapat suatu controller yang berfungsi sebagai pengendali suatu plant agar performansi plant dapat tetap terjaga.

Kata kunci: overshoot, risetime, pole, kontinyu, controller

PENDAHULUAN

Perkembangan dalam bidang pengaturan, dalam dasawarsa terakhir ini begitu pesatnya, hal ini dikarenakan adanya tuntutan untuk memperoleh suatu hasil produksi sesuai dengan yang diinginkan. Demikian juga selaras dengan pesatnya perkembangan aplikasi komputer dalam berbagai bidang, maka tidak ketinggalan pula computer digunakan sebagai sarana penunjang dalam bidang pengaturan untuk memenuhi tuntutan yang ingin dicapai. Sebagian besar sistem pengaturan umpan balik, perubahan parameter yang terjadi pada plant tidak banyak menimbulkan masalah dengan syarat perubahan-perubahan yang terjadi pada

¹ Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus

plant tidak banyak menimbulkan masalah dengan syarat perubahan yang terjadi masih dapat ditolerir (perubahannya kecil).

Namun jika parameter plant perubahannya cukup besar, akibat perubahan kondisi lingkungan, maka sistem pengaturan umpan balik tidak lagi mampu menghasilkan kinerja yang baik.

Pada kasus tertentu, variasi yang cukup besar dari plant dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem, kejadian semacam ini tidak diinginkan. Untuk menghindari hal tersebut, maka perlu dirancang sistem pengaturan yang mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Jika perubahan parameter dapat diidentifikasi secara terus menerus, maka diusahakan dengan mengkompensasi perubahan parameter dengan cara mengatur parameter pengatur secara terus menerus pula, sehingga diharapkan kinerja dapat dijaga selalu dalam keadaan baik meskipun terjadi perubahan kondisi lingkungan.

TEORI DASAR PENGENDALI

Pengatur yang terletak di antara transmitter dan elemen pengatur akhir berfungsi untuk menghasilkan sinyal, yaitu dengan cara melakukan perbandingan antara sinyal proses yang dihasilkan transmitter dengan suatu harga referensi. Sinyal yang dihasilkan oleh pengatur ini akan menggerakkan elemen pengatur akhir dengan tujuan menghasilkan output proses seperti yang diinginkan.

Pengaturan otomatis membandingkan harga yang sebenarnya dari keluaran plant harga yang diinginkan, menentukan deviasi, dan menghasilkan suatu sinyal kendali yang akan memperkecil deviasi sampai nol atau sampai suatu harga yang terkecil.

Ditinjau dari wawasan pengatur dapat diklasifikasikan menjadi :

- Pengatur analog (domain s)
- Pengatur digital (domain z)

Jika ditinjau dari respon pengatur dapat pula pengatur diklasifikasikan sebagai berikut :

- Control on-off
- Control Proporsional (P)
- Control Proportional dengan Derivatif (P + D)

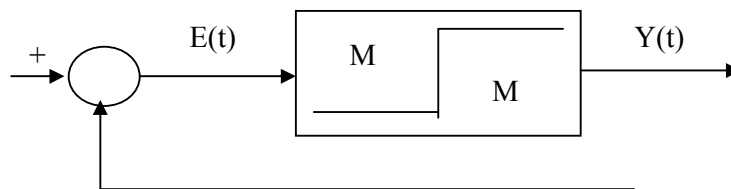
Control Proportional dengan Integral dengan Derivatif (P + I + D)

2.1. Pengatur 2 posisi atau “on-off”

Dalam sistem kontrol 2 posisi, elemen penggerak hanya mempunyai 2 posisi tetap. Kontrol 2 posisi relatif sederhana dan murah. Misal sinyal keluaran adalah $y(t)$ dan sinyal kesalahan penggerak $e(t)$. Pada control 2 posisi, sinyal $y(t)$ akan tetap pada harga maksimum atau minimumnya, bergantung pada tanda sinyal penggerak, positif atau negatif sedemikian hingga :

$$\begin{aligned} Y(t) &= M_1 \text{ untuk } e(t) > 0 \\ &= M_2 \text{ untuk } e(t) < 0 \end{aligned}$$

dimana M_1 dan M_2 adalah constanta, diagram blok control 2 posisi ditunjukkan pada gambar 2.1



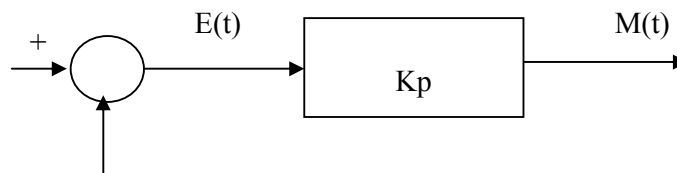
Gambar 2.1 Pengatur 2 posisi

2.2. Pengatur Proporsional

Untuk mengatur dengan aksi proporsional, hubungan antara keluaran pengatur $y(t)$ dan sinyal kesalahan penggerak $e(t)$ adalah :

$$Y(t) = K_p e(t)$$

di mana K_p adalah kepekaan proporsional atau penguatan. Mekanisme yang sebenarnya dan daya penggeraknya pengatur proporsional pada dasarnya merupakan penguat dengan penguatan yang dapat diukur. Diagram blok kontrol proporsional ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2. Pengendali Proporsional

2.3. Pengatur Integral

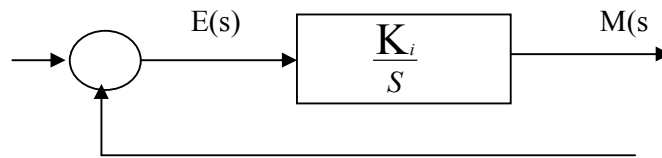
Pada pengatur dengan aksi control Integral, harga keluaran pengatur $y(t)$ diubah dengan laju yang sebanding dengan sinyal kesalahan penggerak $e(t)$.

Jadi

$$\frac{dy(t)}{dt} = K_i e(t)$$

Atau
$$y(t) = K_i \int_0^t e(t) dt$$

Jika harga $e(t)$ diduakalikan, maka harga $m(t)$ berubah dengan laju perubahan menjadi 2 kali semula. Gambar 2.3 menunjukkan diagram blok kontrol integral.



Gambar 2.3 Pengendali Integral

2.4. Pengatur Proporsional + Integral

Aksi control proporsional + integral didefinisikan dengan persamaan berikut :

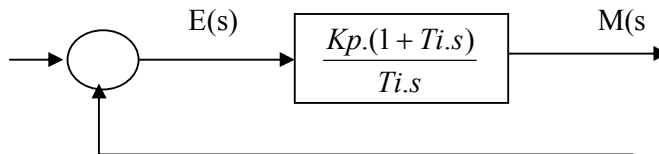
$$m(t) = K_p.e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt$$

Atau fungsi alih pengatur adalah

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i.s} \right)$$

Di mana K_p menyatakan kepekaan pengatan proporsional, dan T_i menyatakan waktu integral.

Gambar 2. menunjukkan diagram blok pengatur proporsional plus integral.



Gambar 2.4. Pengendali Proporsional + Integral

2.5. Pengatur proporsional + turunan

Aksi kontrol dengan kontrol proporsional plus turunan didefinisikan dengan persamaan berikut :

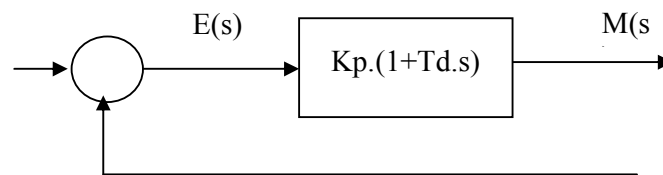
$$m(t) = K_p.e(t) + K_p.T_d. \frac{de(t)}{dt}$$

Dan fungsi alihnya adalah

$$\frac{M(s)}{E(s)} = Kp(1 + Td.s)$$

di mana Kp menyatakan kepekaan proporsional dan Td menyatakan waktu turunan. Aksi control turunan, sering disebut control laju (rate control) karena besar aliran pengatur sebanding dengan laju perubahan sinyal kesalahan penggerak.

Di samping mempunyai keunggulan dalam mendahului aksi control turunan mempunyai kelemahan dalam memperkuat sinyal desing (noise) sehingga dapat menimbulkan saturasi pada aktuator. Blok diagram pengatur proporsional + turunan ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut :



Gambar 2.5 Pengendali proporsional plus turunan

2.6. Pengatur proporsional + turunan + integral

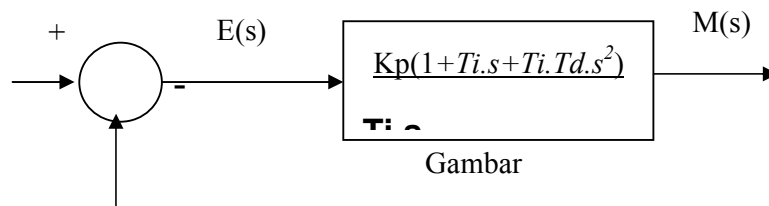
Gabungan aksi control proporsional, aksi control turunan, aksi control integral membentuk aksi control proporsional plus integral plus turunan. Gabungan ini mempunyai keunggulan dibandingkan dengan masing-masing ketiga aksi pengontrolan tersebut. pengatur dengan aksi gabungan ini diberikan oleh persamaan :

Atau fungsi alihnya adalah

$$m(t) : Kp.e(t) + Kp.Td. \frac{de(t)}{dt} + \frac{Kp}{Ti} \int_0^t e(t) dt$$

$$\frac{M(s)}{E(s)} = Kp \left(1 + Td.s + \frac{1}{Ti.s} \right)$$

dimana Kp menyatakan kepekaan proporsional, Td menyatakan waktu turunan, dan Ti menyatakan waktu integral. Diagram blok pengatur proporsional + integral + turunan ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut :



Gambar 2.6 Pengendali Proporsional, integral dan turunan

KESTABILAN SISTEM

Kriteria kestabilan sistem pengaturan dapat diturunkan dari bidang S, dimana sistem dikatakan stabil jika akar-akar persamaan karakteristik sistem terletak di sebelah sumbu khayal bidang S. Sedangkan untuk sistem yang bekerja dalam bidang Z, sistem dikatakan stabil bila akar-akar persamaan karakteristik terletak dalam lingkaran satuan, yang dituliskan sebagai berikut :

$$| Z_i | < 1$$

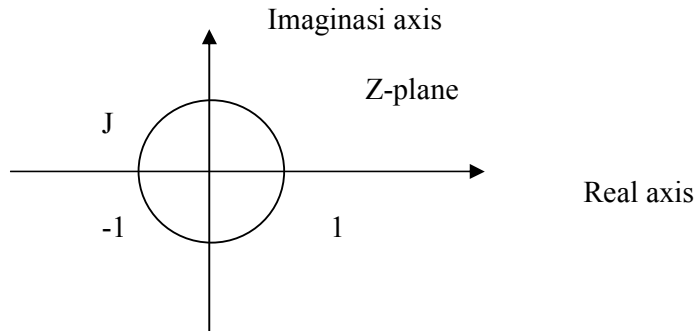
Di mana Z_i adalah akar-akar karakteristik dari sistem

Tabel 1.1 Periode Pencacahan

Tipe plant	Periode Pencacahan
Flow rate	1 – 3
Level	5 – 10
Tekanan	1 – 5
Temperature	10 – 45
	10 – 180
Distilasi	0,001 – 0,1
	10 – 45
Servo mekanis	20 – 45
Reaktor	20 - 45
Katalistik	
Plant Semen	
Dryers	

SPESIFIKASI SISTEM

Kinerja sistem untai tertutup yang meliputi kestabilan sistem, sensitivitas dan koefisien redamannya sangat tergantung pada letak pole-pole sistem. Pengaruh letak pole pada kinerja sistem dapat dilihat pada gambar 2.7 dapat dibandingkan kinerja sistem untuk tempat pole-pole yang berbeda. Sistem akan stabil jika berada di lingkaran satuan.



Gambar 2.7 Kestabilan dalam bidang -Z

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dalam melakukan perancangan suatu sistem pengaturan untai tertutup harus diusahakan agar pole-pole berada pada tempat dengan spesifikasi yang diinginkan.

Karakteristik dinamis sistem dapat diketahui dari tanggapan peralihan atau tanggapan dinamisnya. Tanggapan peralihan suatu sistem menunjukkan kemampuan suatu sistem untuk mencapai keadaan mantap yang baru dalam waktu tertentu. Sistem yang baik memiliki waktu peralihan yang relatif pendek. Spesifikasi kerja transient meliputi:

1. Waktu tunda (delay), t_d : yaitu yang dibutuhkan respon untuk mencapai setengah nilai akhir yang pertama kali.
2. Waktu naik (rise time), t_r : yaitu waktu yang dibutuhkan respon untuk naik dari 10% sampai 90%, 5% sampai 95% atau 0 sampai 100% dari harga akhirnya.
3. Waktu puncak, t_p : yaitu waktu yang diperlukan untuk mencapai lewatan pertama kali.
4. Maximum Overshoot (%), M_p : Mempunyai: yaitu nilai puncak maximum dan curva respon yang diukur dari satu. Jika nilai keadaan tunak tidak sama dengan satu, dipakai persen lewatan maximum yang didefinisikan:

$$\text{Persen lewatan max} = \frac{c(t_p) - c(t)}{c(t)} \times 100\%$$

Besarnya persen lewatan maximum secara langsung menentukan kestabilan relatif sistem.

5. Time Constant, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 63% dari harga akhir. Maximum overshoot dipengaruhi oleh constant redaman. Hubungan antara persen overshoot dan coefisien redaman dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\% \text{ overshoot} \approx 100 (1 - \zeta/0,6)$$

Dengan demikian koefisien redaman sistem

$$\xi \geq 0,6 \left[1 - \frac{\% \text{ overshoot}}{100} \right]$$

Rise time akan menjadi lebih kecil jika ω_n semakin besar. Besarnya rise time diberikan oleh pendekatan sebagai berikut:

$$tr \approx \frac{2,5}{\omega_n}$$

Untuk sistem orde 2 penyelesaian dalam domain waktu adalah :

$$Y(t) = 1 - e^{-\xi \omega_n t} \cos(\xi \omega_d t + \phi)$$

Dengan $\omega_n = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2}$ sinyal $y(t)$ akan berada envelope, dengan $e^{\xi \omega_n t}$, dengan $-\xi \omega_n$ merupakan bagian real dari lokasi pole, oleh karena itu dengan menentukan $\xi \omega_n$ dapat ditentukan band toleransi error. Harga toleransi error diambil 1% dengan demikian persamaan envelopnya.

$$e^{-\xi \omega_n t_s} \leq 0,01$$

$$\xi \omega_n t_s \geq 4,6$$

$$t_s \approx \frac{4,6}{\xi \omega_n}$$

Pole-pole sistem dinyatakan dalam persamaan:

$$Z_{1,2} = \exp T(-\xi \omega_1 \pm j \omega_n \sqrt{1 - \xi^2})$$

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah dibahas perancangan sistem pengaturan PID. Dari hasil pengujian implementasi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Bagian sekunder mengeluarkan tegangn stabil +5V dan $\pm 12V$, serta tegangan 0 sampai dengan 24V yang dapat diatur.
2. Pada bagian sekunder ini juga ada tegangan referensi / tegangan feedback misalnya dari opto coupler sebagai stabilizer, sehingga mempunyai tegangan output selalu tetap stabil

walaupun terjadi variasi beban atau variasi tegangan AC input yang dikontrol pada pin 7 dan pin 9 IC TDA 8380.

3. Metode pengaturan PID sangat cocok untuk merancang sinyal rendah apabila diinginkan sistem pengaturan mempunyai karakteristik dinamika tertentu. Dengan damping ratio $q = 0,5$, frekuensi natural $W_n = 3,33 \text{ rad / detik}$ dan waktu pencacahan $T_s = 0,1 \text{ detik}$, sinyal kendali yang dirancang memberikan kinerja yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Astrom, Karl.j. dan Bjorn Writtenmark, *Adaptive Control*, Addison- Wesley Publishing Company, USA, 1989.
- Coughin, Robert F. and Frederick F Driscoll, *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1994.
- Eykhoff, Pieter, *System Identification Parameter dan State Estimation*, Jhon Wiley dan Sons, Toronto, 1974.
- George Chryssis, *High-Frequency Switching Power Supply, Theory and Design*, Second Edition.
- Kadir Abdul, *Mesin Arus Searah*, PT. Djambatan, Jakarta, 1980
- Kuo, C. Benjamin, *Teknik Kontrol Automatik Edisi Bahasa Indonesia Jilid 1*, PT. Prenhallindo, Jakarta, 1998.
- Ogata, Katsuhito, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 1 Edisi Kedua*, Penerbit erlangga, 1997.
- Ogata, Katsuhito, Ir. Edi Laksono, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 2*, Penerbit Erlangga, 1991.
- Raffel, Vermeer and Chin, *Simulation and Implementation of Self-Tuning Controller*, Prentice Hall Inc, 1989.